



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets: <b>G01L 3/14, 5/22, B62D 5/04</b>	A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/40403</b> (43) Date de publication internationale: 12 août 1999 (12.08.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00227		(81) Etats désignés: BR, JP, KR, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Date de dépôt international: 3 février 1999 (03.02.99)		
(30) Données relatives à la priorité: 98/01293 4 février 1998 (04.02.98) FR		Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i>
(71) Déposant: S.N.R. ROULEMENTS [FR/FR]; 1, rue des Usines, F-74010 Annecy Cedex (FR).		
(74) Mandataire: BOUJU DERAMBURE BUGNION; 52, rue de Monceau, F-75008 Paris (FR).		

(54) Title: TORQUE SENSOR FOR ROTATING SHAFT

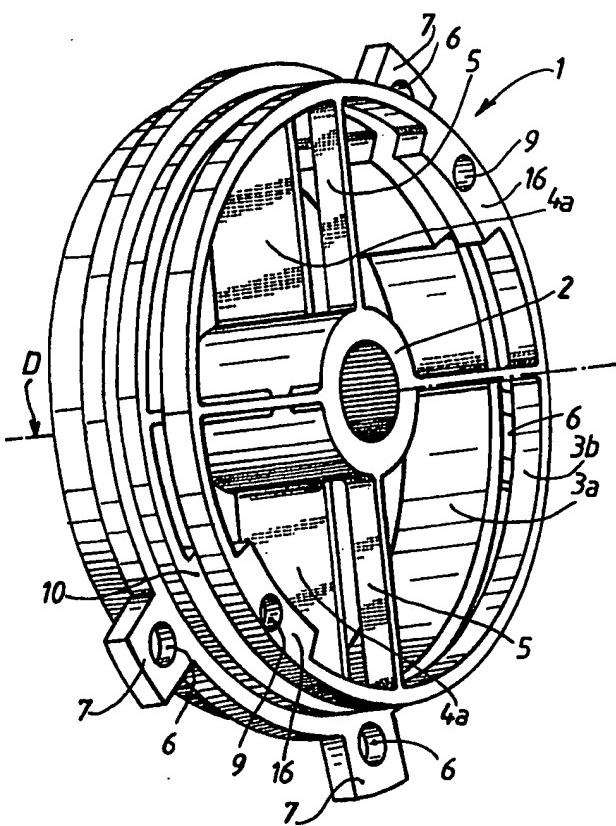
(54) Titre: CAPTEUR DE COUPLE POUR ARBRE TOURNANT

## (57) Abstract

The invention concerns a device for measuring torsional moment on a rotating shaft, said device comprising at least a magnetic field generator arranged in a first plane of said shaft cross-section and at least a magnetic field sensing member, in fixed position in a second plane of said shaft cross-section, the sensing member delivering a signal proportional to the torsional moment following the angular offset of the field generator relative to the sensing member, the magnetic field generator having a magnetised structure with opposed magnetising directions and is supported by support means integral with the rotating shaft control means, the magnetic field sensor being arranged substantially opposite the magnetic field generator and being supported by support means integral with the rotating shaft.

## (57) Abrégé

L'invention est relative à un dispositif de mesure d'un couple de torsion sur un arbre tournant, ce dispositif comprenant au moins un générateur de champ magnétique disposé dans un premier plan d'une section droite dudit arbre et au moins un organe détecteur du champ magnétique, en position fixe dans un second plan d'une section droite dudit arbre, l'organe détecteur délivrant un signal proportionnel au couple de torsion par suite du décalage angulaire relatif du générateur de champ par rapport à l'organe détecteur, le générateur de champ magnétique possédant une structure aimantée à directions d'aimantation antiparallèles et est supporté par des moyens support solidaires des moyens de commande de l'arbre tournant, le détecteur de champ magnétique étant disposé sensiblement en regard du générateur de champ magnétique et étant supporté par des moyens support solidaires de l'arbre tournant.



**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun			PT	Portugal		
CN	Chine	KR	République de Corée	RO	Roumanie		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SE	Suède		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SG	Singapour		
EE	Estonie	LR	Libéria				

## CAPTEUR DE COUPLE POUR ARBRE TOURNANT

L'invention se rapporte au domaine technique des capteurs de couple, c'est-à-dire des dispositifs permettant de détecter l'application d'un couple sur un arbre.

L'invention se rapporte plus particulièrement à la mesure de couple appliqué sur un arbre.

Pour mesurer le couple transmis entre deux organes tournant, on utilise généralement des couplémètres à déformation élastique.

L'élément déformant est fréquemment formé par une barre de torsion.

Pour éviter la torsion gauche et une concentration de contraintes préjudiciable à la résistance en fatigue notamment, les barres de torsion des couplémètres sont conventionnellement de section circulaire.

Pour un matériau donné, en élasticité linéaire isotrope, l'angle de torsion  $\Theta$  vaut en torsion pure :

$$\Theta = \frac{32ML}{\pi D^4 G}$$

où D est le diamètre externe de la barre creuse ou non ;

M est le couple appliqué à la barre de torsion ;

G est le module d'élasticité transversale ;

L est la longueur utile de la barre.

De sorte que pour un matériau et une géométrie de barre donnée, il est possible de relier l'angle de torsion au couple appliqué à la barre.

Des couplémètres à barre de torsion peuvent être trouvés dans les documents suivants : FR-2 705 455, GB-2 306 641, WO-87/02319, WO-92/20560, WO-95/19557, WO-96/06330, WO-97/08527, WO-97/09221, EP-325 517, EP-369 311, EP-286 053, EP-437 437, EP-418 763, EP-453 344, EP-515 052, EP-555 987, EP-562 426, EP-566 168, EP-566 619, EP-638 791, EP-673

828, EP-681 955, EP-728 653, EP-738 647, EP-738 648, EP-765 .795, EP-770 539, EP-802 107.

5 Les principales méthodes de mesure de couple d'un arbre tournant, comportant ou non une barre de torsion, sont les suivantes :

- méthode basée sur un phénomène électromagnétique
- méthodes optiques
- méthodes électriques.

10 Les méthodes magnétiques mettent essentiellement en oeuvre la magnétostriction et l'effet Hall.

15 Par magnétostriction, on désigne la déformation mécanique réversible qui accompagne la variation d'aimantation d'un solide ferromagnétique.

20 Ce phénomène est réversible : une déformation exercée sur un matériau ferromagnétique placé dans un champ magnétique provoque une variation de l'aimantation (magnétostriction inverse).

Des exemples de détecteurs magnétostrictifs ou magnétoélastiques permettant la mesure de couple par la mesure des variations de perméabilité de zone magnétiquement anisotrope peuvent être trouvées dans les documents suivants : EP-229 688, EP-261 980, EP-270 122, EP-288 049, EP-309 979, EP-321 662, EP-330 311, EP-338 227, EP-384 042, EP-420 136, EP-422 702, EP-444 575, EP-502 722, EP-523 025, EP-562 012, EP-651 239.

Par effet Hall, l'on désigne conventionnellement la production d'un champ électrique normal au vecteur densité de courant dans un conducteur ou semi-conducteur placé dans un champ d'induction magnétique normal au vecteur densité de courant.

Des capteurs de couple mettant en oeuvre l'effet Hall peuvent être trouvés notamment dans les documents suivants : FR-2.689.633, FR-2.737.010.

Les méthodes optiques de mesure de couple sont essentiellement associées à des phénomènes d'interférence ou de mesure de densité optique.

On peut se référer, par exemple, aux documents suivants : EP-194 930, EP-555 987, US-5 490 450, US-4 676 925, US-4 433 585, US-5 001 937, US-4 525 068, US-4 939 368, US-4 432 239, FR-2 735 232, FR-2 735 233, WO-95/19557.

5

Les méthodes électriques de mesure de couple sont essentiellement liées à la mesure capacitive ou à une mesure de différence de phase entre deux codeurs magnétiques montés circonférentiels à l'axe de torsion.

10

Les documents EP-263 219, EP-352 595, EP-573 808 sont relatifs à des dispositifs de mesure de couple par jauge d'extensométrie ou jauge de contrainte.

15

Le document EP-442 091 décrit une installation de mesure de l'angle de rotation ou du couple d'un élément rotatif ou fixe d'une machine, comportant un élément de torsion en forme de roue à rayons relié à plusieurs éléments de mesure, au moins un rayon de la roue à rayons étant coupé pour que les parties du ou des rayons soient appliquées l'une contre l'autre lors du déplacement d'une flexion pré-déterminée des autres rayons. Le dispositif de mesure met en oeuvre les courants de Foucault.

20

L'invention est relative à un capteur de couple pour arbre tournant, ce capteur étant de faible coût, de grande raideur, insensible aux perturbations électromagnétiques, de construction simple, ne nécessitant pas la dissociation en trois parties de l'arbre sur lequel doit être mesuré le couple.

Ce capteur de couple ou couplemètre possède au moins un générateur de champ magnétique et au moins un organe détecteur de champ magnétique, à effet Hall.

30

Le dispositif de mesure comprend au moins un générateur de champ magnétique disposé dans un premier plan d'une section droite dudit arbre et au moins un organe détecteur du champ magnétique, en position fixe dans un second plan d'une section droite dudit arbre, l'organe détecteur délivrant un signal proportionnel au couple de torsion par suite du décalage angulaire relatif du générateur de champ par rapport à l'organe détecteur, le générateur de champ magnétique possédant une structure aimantée à directions d'aimantation antiparallèles et étant supporté par des moyens support solidaires des moyens

35

de commande de l'arbre tournant, le détecteur de champ magnétique étant disposé sensiblement en regard du générateur de champ magnétique et étant supporté par des moyens support solidaires de l'arbre tournant.

5 Les moyens support du générateur de champ magnétique et les moyens support du détecteur de champ magnétique sont formés par

- un premier anneau extérieur déformable
- un second anneau extérieur, sensiblement non contraint placé à distance de l'anneau extérieur déformable,

10 l'anneau extérieur déformable étant apte à être solidaire rigidement du moyen appliquant le couple à mesurer sur l'arbre mené,

l'anneau extérieur déformable étant assemblé à un anneau intérieur par au moins un moyen déformable élastiquement, l'anneau intérieur étant solidaire en rotation de l'arbre mené,

15 l'anneau extérieur sensiblement non contraint étant assemblé à l'anneau intérieur par au moins un moyen sensiblement non contraint,

de sorte que le décalage angulaire relatif du générateur de champ par rapport à l'organe détecteur de champ est provoqué par le petit déplacement relatif des deux anneaux extérieurs, l'un par rapport à l'autre, sous 20 l'effet du couple appliqué par les moyens appliquant le couple.

Dans un mode de réalisation, le générateur de champ magnétique est supporté par l'anneau extérieur déformable, le capteur de champ étant supporté par l'anneau extérieur sensiblement non contraint.

25 Dans un autre mode de réalisation, le générateur de champ magnétique est supporté par l'anneau extérieur sensiblement non contraint, le capteur de champ étant supporté par l'anneau extérieur déformable.

30 Le dispositif comporte, dans une réalisation, deux capteurs de champ et deux générateurs de champ disposés en regard sur un diamètre des anneaux extérieurs.

35 Les anneaux extérieurs sont coaxiaux et sensiblement de même diamètre.

Le moyen déformable élastiquement associant le premier anneau extérieur déformable et l'anneau intérieur est une poutre s'étendant radialement de l'anneau intérieur vers l'anneau extérieur déformable.

5 Le moyen sensiblement non contraint associant le second anneau extérieur sensiblement non contraint et l'anneau intérieur est une poutre s'étendant radialement de l'anneau intérieur vers le second anneau extérieur sensiblement non contraint.

10 Dans un autre mode de réalisation, le moyen déformable élastiquement associant l'anneau extérieur déformable l'anneau intérieur est un tube déformable en torsion.

15 L'invention se rapporte également à l'application d'un capteur de couple tel que présenté ci-dessus aux colonnes de direction assistée de véhicule automobile.

20 D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront plus complètement au cours de la description suivante de modes de réalisation, description qui va être faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion selon un mode de réalisation ;

- la figure 2 est une vue de face correspondant à la figure 1 ;

25 - la figure 3 est une vue de face d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion selon un autre mode de réalisation ;

- la figure 4 est une vue de face d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion pourvu de poutres butées selon un mode de réalisation ;

- la figure 5 est une vue en coupe selon la ligne V-V de la figure 4 ;

30 - la figure 6 est une vue de face d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion, selon un autre mode de réalisation ;

- la figure 7 est une vue en coupe selon la ligne VII-VII de la figure 6 ;

- la figure 8 est une vue en coupe selon la ligne VIII-VIII de la figure 6

;

- la figure 9 est une vue en perspective d'un moyeu à corps d'épreuve à torsion selon un mode de réalisation ;

- la figure 10 est une vue de face correspondant à la figure 9 ;

- la figure 11 est une vue en coupe selon la ligne XI-XI de la figure 10

;

- les figures 12, 13 et 14 sont des vues de face de moyeux à corps d'épreuve en flexion selon d'autres modes de réalisation ;

- la figure 15 est une vue schématique en perspective d'un capteur à effet Hall destiné à être intégré dans un moyeu tel que représenté en figures 1 à 14, selon un mode de réalisation.

L'on se rapporte tout d'abord à la figure 1.

Le moyeu à corps d'épreuve en flexion représenté en perspective en figure 1 est destiné à être intégré entre un moyen de commande d'un arbre mené et cet arbre mené ou entre un arbre menant et un arbre mené.

Ce moyeu 1 comporte un anneau intérieur 2 cylindrique et deux anneaux extérieurs 3a, 3b reliés à l'anneau intérieur 2 par des poutres élastiques déformables en flexion 4a et des poutres non déformées 5.

Plus précisément, l'anneau extérieur 3a fixé au moyen de commande de l'arbre mené par des vis ou équivalent passant dans des trous 6, est relié à l'anneau intérieur par l'intermédiaire de poutres élastiques déformables en flexion 4a.

Les anneaux extérieurs 3a, 3b sont, dans le mode de réalisation, sensiblement coaxiaux et de même diamètre moyen.

Dans le mode de réalisation représenté, les poutres déformables 4a sont au nombre de quatre, régulièrement réparties perpendiculairement à l'axe de l'arbre mené D.

Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, ces poutres déformables sont au nombre de deux, trois ou plus de quatre.

L'anneau extérieur 3b est relié à l'anneau intérieur 2 par le biais de poutres radiales non déformées 5.

Dans le mode de réalisation représenté, ces poutres non déformées 5 sont au même nombre que les poutres déformables élastiquement en flexion 4a, les poutres 4a, 5 étant situées sensiblement selon deux plans radiaux perpendiculaires à l'axe de l'arbre mené D.

Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, les poutres 5 sont au nombre de deux, trois ou plus de quatre, le nombre de poutres 4a étant de quatre.

5

Dans certains modes de réalisation, non représentés, le nombre de poutres 4a est différent de quatre est différent du nombre de poutres 5.

10

Dans d'autres modes de réalisations, non représentés, le nombre de poutres 4a est égal au nombre de poutres 5, ce nombre étant différent de quatre.

15

Dans d'autres modes encore de réalisation, non représentés, l'anneau extérieur 3b est relié à l'anneau intérieur 2 par le biais d'un voile annulaire.

Les poutres 4a, 5 peuvent être, ainsi qu'il est représenté, sensiblement disposées à l'aplomb les unes des autres, selon des plans radiaux communs.

20

Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, les poutres 5 sont disposées selon des plans radiaux décalés par rapport aux plans radiaux des poutres 4a.

25

L'anneau extérieur déformable 3a du moyeu 1 est associé rigidement au moyen de commande de l'arbre mené, des vis ou tout autre moyen équivalent passant par exemple dans des trous 6 de pattes d'attaches 7.

30

En variante, le moyeu à corps d'épreuve peut être d'une pièce avec l'organe de commande de l'arbre mené, par exemple venu de matière avec celui-ci ou soudé à celui-ci par tout moyen adapté.

35 Lorsque le moyen de commande de l'arbre mené exerce un effort sur l'anneau extérieur 3a, une déformation en flexion des poutres 4a est obtenue, déformation d'autant plus forte que le couple résistant sur l'arbre mené est important.

L'anneau extérieur 3b, quant à lui, reste sensiblement non contraint. Sa position peut ainsi servir de base de référence pour la mesure du déplacement de l'anneau extérieur 3a.

5 L'anneau extérieur 3b porte des capteurs 8 aptes à mesurer des petits déplacements, de l'ordre de quelques microns à quelques centaines de microns.

10 Dans le mode de réalisation représenté, ces capteurs 8 sont au nombre de deux et sont disposés dans des logements 9 axiaux, ménagés dans l'anneau avant 3b, au droit de l'anneau arrière 3a.

15 Les capteurs 8 sont à effet Hall ou magnétorésistifs.

20 Bien qu'une seule sonde à effet Hall suffise à la mesure de petits déplacements, on peut, pour des raisons de fiabilité, disposer dans l'entrefer de mesure 10 plusieurs sondes afin de créer une redondance.

25 Chacune des sondes peut posséder son propre circuit électronique associé.

Par comparaison ou combinaison des signaux délivrés par deux, trois ou quatre sondes différentes, on peut détecter une défaillance éventuelle de l'une des sondes et assurer une bonne fiabilité au couplemètre.

25 Un deuxième mode de réalisation du moyeu 1 va maintenant être décrit en référence à la figure 3.

30 Le moyeu 1 représenté en figure 3 comporte, tout comme le moyeu qui vient d'être décrit, un anneau extérieur déformable 3a, un anneau extérieur non contraint 3b, un anneau intérieur 2, des poutres déformables 4a reliant l'anneau 3a à l'anneau intérieur 2 et des poutres non déformées 5 reliant l'anneau 3b à l'anneau intérieur 2.

35 Dans le mode de réalisation représenté en figure 3, le moyeu comporte quatre poutres 4a dont la section varie du pied 11 vers la tête 12 de ces poutres.

Dans d'autres modes de réalisation, le corps d'épreuve comporte une, deux, trois ou plus de quatre poutres de section variable de leur pied vers leur tête.

5           Cette variation peut être régulière ou non.

Cette variation peut être liée à une variation de la largeur de la poutre et/ou à une variation de l'épaisseur de la poutre.

10          L'épaisseur  $h$  de la poutre est mesurée tangentielle à un cercle centré sur l'axe principal D de l'arbre mené.

Dans le mode de réalisation représenté en figure 3, cette épaisseur  $h$  varie de manière sensiblement linéaire.

15          Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, cette épaisseur  $h$  varie de manière polynomiale, logarithmique, de façon continue ou non lorsque l'on s'éloigne de l'axe D de l'arbre mené.

20          La largeur  $b$  des poutres 4a, mesurée suivant la direction D, est sensiblement constante dans le mode de réalisation considéré en figure 3.

Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, la largeur  $b$  varie de manière linéaire ou polynomiale, la hauteur  $h$  étant également variable.

25          L'on se rapporte maintenant à la figure 4 qui est une vue de face d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion, pourvu de poutres butées 13.

30          Dans le mode de réalisation représenté, deux poutres butées 13 s'étendent radialement selon une direction transversale T depuis l'anneau intérieur 2 vers l'anneau extérieur déformable 3a.

35          La longueur  $L$  des poutres butées 13 est inférieure à celle des poutres déformables 4a, la partie extrême de chaque poutre butée 13 étant engagée, avec un jeu prédéterminé, dans une butée de déformation 14.

Les butées de déformation 14 sont en saillie interne de l'anneau extérieur 3a et comportent une gorge 15 de largeur l supérieure à la largeur l' des poutres butées 13.

5 Le jeu existant entre les butées et les poutre 13, lié à la différence de largeur l-l', peut être déterminé en fonction de la déformation maximum admissible pour les poutres 4a.

Et ceci, par exemple, afin d'éviter leur déformation plastique.

10 Les figures 6 à 8 illustrent un autre mode de réalisation du moyeu 1 à corps d'épreuve en flexion.

15 Dans ce mode de réalisation, la largeur b des poutres déformables 4a varie des pieds 11 à la tête 12 de ces poutres, de manière décroissante.

Cette décroissance peut être linéaire ou polynomiale.

20 Le nombre de poutres déformables 4a, leur répartition angulaire, l'épaisseur et la hauteur des poutres, le matériau employé pour les réaliser conditionnent ainsi qu'il apparaîtra clairement à l'homme du métier, les caractéristiques suivantes :

25 - module d'inertie ;  
- contrainte maximale dans les poutres, pour un couple maximum donné, par exemple à rupture.

Le corps d'épreuve peut être réalisé en un matériau choisi parmi le groupe comprenant : les aciers, les fontes, les alliages aluminium, les alliages de magnésium.

30 Le corps d'épreuve peut être moulé ou usiné en fonction des matériaux employés, de la géométrie des poutres, du coût admissible notamment, ainsi que l'homme du métier pourra le déterminer.

35 Lorsque le corps d'épreuve est réalisé en aluminium ou en alliage de magnésium, celui-ci peut être moulé avec un insert métallique comprenant les cannelures de montage du moyeu 1 sur l'arbre mené.

L'on se réfère maintenant aux figures 9 à 11 qui illustrent un mode de réalisation d'un moyeu à corps d'épreuve en torsion.

Le moyeu 1 comporte un anneau extérieur non contraint 3b, de surface périphérique externe sensiblement cylindrique.  
5

Cet anneau 3b est pourvu de deux logements 9, ménagés dans deux surépaisseurs 16 diamétralement opposées.

10 Entre ces surépaisseurs 16, la surface interne de l'anneau 3b est sensiblement cylindrique.

L'anneau 3b est assemblé à l'anneau intérieur 2 par au moins une poutre 5, un voile ou tout autre élément de liaison sensiblement rigide.  
15

Dans le mode de réalisation représenté, deux poutres radiales 5, venues de matière avec l'anneau interne 2 et l'anneau extérieur non contraint 3b associent ces deux anneaux 2, 3b.

20 Les poutres 5 sont, dans le mode de réalisation représenté, de section carrée sensiblement constante de leurs pieds 11 à leur tête 12 et sont sensiblement alignées.

25 L'anneau interne 2 comporte un trou traversant définissant un embout cannelé 17 de fixation à l'arbre mené et, à l'opposé, une surface d'appui 18 de l'arbre cannelé mené.

Un tube déformable en torsion 4b relie l'anneau interne à l'anneau extérieur déformable 3a.  
30

Dans un mode de réalisation, le tube déformable en torsion est ajouré longitudinalement, des lumières s'étendant selon la direction D séparant des poutres déformables en flexion torsion.

35 L'anneau déformable 3a est assemblé rigidement au moyen d'application du couple sur l'arbre mené.

Des vis ou équivalents assurent, via les trous 6, la fixation du moyeu 1 sur le moyen d'application du couple sur l'arbre mené.

Lorsque le moyeu 1 est associé rigidement au moyen d'application du couple sur l'arbre mené, l'anneau extérieur déformable 3a solidaire du moyen d'application du couple est déplacé en rotation par rapport à l'anneau extérieur non contraint 3b.

La mesure de ce petit déplacement par le biais de sondes de Hall ou magnétorésistives 8 placées dans les logements 9 et d'aimants 8' fixés sur une plaque support 19 solidaire de l'arbre mené permet de la mesure du couple appliqué sur l'arbre mené.

L'on se rapporte maintenant à la figure 12 qui représente un autre mode de réalisation d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion.

Dans ce mode de réalisation, les moyens déformables élastiquement reliant l'anneau interne 2 à l'anneau extérieur déformable 3a se présentent sous forme de serpentins.

Ces serpentins forment plusieurs coudes 20 séparés par des secteurs sensiblement en arc de cercles 21 concentriques.

Ces serpentins s'étendent sensiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe D de l'arbre mené.

L'épaisseur de chaque serpentin est, dans le mode de réalisation considéré sensiblement constante depuis la base 22 jusqu'à la tête 23 de ces serpentins.

Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, les serpentins sont au nombre de deux, trois ou plus de quatre.

L'épaisseur d'au moins un serpentin peut être variable, de sa tête jusqu'à son pied, le cas échéant.

Les figures 13 et 14 sont des vues de face d'un moyeu à corps d'épreuve en flexion, comprenant plus de quatre poutres déformables, en

l'occurrence douze poutres réparties radialement régulièrement autour de l'axe D.

Partant du corps d'épreuve représenté en figure 13, il est possible,  
5 par usinage ou tout autre moyen équivalent, d'obtenir le corps d'épreuve représenté en figure 14, ne comportant plus que dix poutres déformables dont quatre servent de butées, lors d'une application d'un couple dépassant une valeur seuil.

10 La butée est obtenue, quel que soit le sens de rotation demandé à l'arbre de transmission, dès qu'une valeur seuil de couple est atteinte, par contact entre la partie extrême 24 des poutres butées 25 et la saillie interne de l'anneau extérieur non déformé 3b.

15 Selon la disposition angulaire radiale des poutres butées 25, le couple maximum admis dans le sens horaire H pourra être supérieur, égal ou inférieur au couple maximum admis dans le sens antihoraire AH.

20 Les poutres déformables en flexion décrites ci-dessus comportent, dans certains modes de réalisation, des découpes.

25 Lors de l'application d'un couple, seules les poutres non découpées en deux tronçons transmettent les efforts, les tronçons des poutres découpées ne transmettant un effort de flexion que lorsqu'un couple appliqué seuil est dépassé.

Les deux tronçons d'une poutre découpée sont, dans un mode de réalisation, distants l'un de l'autre d'une longueur prédéterminée en fonction de ladite valeur seuil pour le couple.

30 La découpe d'une poutre est, dans un mode de réalisation, disposée sensiblement à 45° par rapport à la direction radiale de la poutre en question.

35 La réalisation de découpe dans au moins une poutre déformable 4a peut permettre, suivant le nombre et la disposition de l'ensemble des poutres notamment,

- soit d'obtenir une protection contre les surcharges, dans les deux sens de rotation possible ;

- soit d'obtenir un couplémètre à plusieurs gammes de mesure de couple, la rigidité du couplémètre augmentant dès lors qu'un grand nombre de poutres sont placées sous charge.

5 L'on se rapporte maintenant à la figure 15 qui est une vue en perspective d'un capteur 8 selon un mode de réalisation.

10 Ce capteur 8 comporte un corps cylindrique 26 en matériau ferromagnétique et un détecteur magnétique 27 destiné à faire face au générateur de champ magnétique tel qu'un aimant 8'.

Le capteur 8 comporte, à l'opposé du détecteur magnétique 27, une pièce formant butée 28 limitant le mouvement axial du capteur 8 dans les logements 9.

15 Le détecteur magnétique 27 comporte un élément sensible 29 excentré par rapport à la section circulaire du capteur 9 de sorte que la rotation du capteur 8 autour de l'axe  $O_Z$  génère un déplacement suivant l'axe  $O_X$  de l'élément sensible 29.

20 Lors de l'assemblage en usine des capteurs 8, l'opérateur termine le montage par la mesure du signal fourni par les deux capteurs 8 à l'aide d'un appareil adapté.

25 Ce signal est fonction de la position de l'élément sensible 29 vis-à-vis de la transition magnétique, de sorte que l'opérateur peut, en tournant le capteur 8, amener l'élément sensible 29 en regard de la transition magnétique du générateur de champ magnétique et annuler ledit signal. Une fois ce réglage effectué, les capteurs sont immobilisés, par exemple au moyen d'une colle.

30 Le réglage décrit ci-dessus est désigné par l'expression réglage par excentration.

35 La puissance du signal fourni par chaque détecteur magnétique 27 peut être également modulée en modifiant la pénétration axiale des capteurs 8 dans les logements 9 de sorte à modifier l'entrefer entre le détecteur 27 et l'aimant 8' lui faisant face.

Dans le mode de réalisation du capteur 8 représenté en figure 15, la valeur minimale de l'entrefer est fixée par la place formant butée 28, venant se plaquer contre la face avant des surépaisseurs de l'anneau non déformable 3b.

5 L'étalonnage du couplemètre peut être obtenu, par exemple, par application d'une charge calibrée et réglage du niveau d'amplification du signal.

Un circuit électronique associé au corps d'épreuve comporte, dans un mode de réalisation,

- 10 - une arrivée de courant pour l'alimentation en énergie des sondes de Hall ;  
- un circuit de filtrage du signal provenant des sondes, afin d'éliminer le bruit de fond ;  
- un module assurant la conversion analogique numérique du signal ;  
15 - un module de contrôle et de compensation de dérive du signal émis par les sondes en fonction de la température, par exemple dans une gamme -40° +80°C ;  
- un module de sécurité testant régulièrement le bon fonctionnement de chacune des sondes.

20 Le cas échéant, le circuit électronique comporte un module permettant de fixer le seuil de déclenchement de l'assistance de direction, seuil correspondant à une valeur déterminée, ou encore un module de transmission du signal sans fil ou sans contact.

25 Le circuit électronique peut être associé, par exemple par collage, à l'anneau non déformé 3b, en face avant.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure d'un couple de torsion sur un arbre tournant, ce dispositif comprenant au moins un générateur de champ magnétique disposé dans un premier plan d'une section droite dudit arbre et au moins un organe détecteur du champ magnétique, en position fixe dans un second plan d'une section droite dudit arbre, l'organe détecteur délivrant un signal proportionnel au couple de torsion par suite du décalage angulaire relatif du générateur de champ par rapport à l'organe détecteur, caractérisé en ce que le générateur de champ magnétique possède une structure aimantée à directions d'aimantation antiparallèles et est supporté par des moyens support solidaires des moyens de commande de l'arbre tournant, le détecteur de champ magnétique étant disposé sensiblement en regard du générateur de champ magnétique et étant supporté par des moyens support solidaires de l'arbre tournant.

2. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens support du générateur de champ magnétique et les moyens support du détecteur de champ magnétique sont formés par

- un premier anneau extérieur déformable (3a)
- un second anneau extérieur, sensiblement non contraint (3b) placé à distance de l'anneau extérieur déformable (3a),

l'anneau extérieur déformable (3a) étant apte à être solidaire rigidement du moyen appliquant le couple à mesurer sur l'arbre mené,

l'anneau extérieur déformable (3a) étant assemblé à un anneau intérieur (2) par au moins un moyen déformable élastiquement (4a, 4b), l'anneau intérieur (2) étant solidaire en rotation de l'arbre mené,

l'anneau extérieur sensiblement non contraint (3b) étant assemblé à l'anneau intérieur (2) par au moins un moyen sensiblement non contraint,

de sorte que le décalage angulaire relatif du générateur de champ (8') par rapport à l'organe détecteur de champ (8) est provoqué par le petit déplacement relatif des deux anneaux extérieurs, l'un par rapport à l'autre, sous l'effet du couple appliqué par les moyens appliquant le couple.

3. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 2, caractérisé en ce que le générateur de champ magnétique est supporté par

l'anneau extérieur déformable, le capteur de champ étant supporté par l'anneau extérieur sensiblement non contraint.

4. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 5 2, caractérisé en ce que le générateur de champ magnétique est supporté par l'anneau extérieur sensiblement non contraint, le capteur de champ étant supporté par l'anneau extérieur déformable.

5. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque 10 des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte deux capteurs de champ et deux générateurs de champ disposés en regard sur un diamètre des anneaux extérieurs (3a, 3b).

6. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque 15 des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les anneaux extérieurs (3a, 3b) sont coaxiaux et sensiblement de même diamètre.

7. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque 20 des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le moyen déformable élastiquement associant le premier anneau extérieur déformable (3a) et l'anneau intérieur (2) est une poutre (4a) s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers l'anneau extérieur déformable (3a).

8. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 25 7, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs poutres (4a) déformables élastiquement, s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers le premier anneau extérieur déformable (3a).

9. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 30 8, caractérisé en ce que les poutres (4a) sont équidistantes les unes des autres.

10. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 7, caractérisé en ce que les poutres déformables élastiquement (4a) ne sont pas équidistantes les unes des autres.

35

11. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que la hauteur d'au

moins une poutre déformable élastiquement (4a) varie depuis son pied jusqu'à sa tête.

5 12. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que l'épaisseur d'au moins une poutre déformable élastiquement (4a) varie depuis son pied jusqu'à sa tête.

10 13. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 11, caractérisé en ce que la hauteur de l'ensemble des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière identique de leur pied jusqu'à leur tête, l'épaisseur desdites poutres (4a) étant constante.

15 14. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'épaisseur de l'ensemble des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière identique de leur pied jusqu'à leur tête, la hauteur desdites poutres (4a) étant constante.

20 15. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que la hauteur des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière linéaire depuis le pied jusqu'à la tête desdites poutres (4a).

25 16. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que la hauteur des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière polynomiale depuis le pied jusqu'à la tête desdites poutres (4a).

30 17. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que l'épaisseur des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière linéaire depuis le pied jusqu'à la tête desdites poutres (4a).

35 18. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que l'épaisseur des poutres déformables élastiquement (4a) varie de manière polynomiale depuis le pied jusqu'à la tête desdites poutres (4a).

19. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 7 à 18, caractérisé en ce que le moyen sensiblement non contraint associant le second anneau extérieur sensiblement non contraint (3b) et l'anneau intérieur (2) est une poutre (5) s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers le second anneau extérieur sensiblement non contraint (3b).

5           20. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 19, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs poutres (5) sensiblement libres de contrainte s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers le second anneau extérieur non contraint (3b) et les reliant.

10          21. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 20, caractérisé en ce que les poutres (5) sensiblement libres de contrainte sont équidistantes les unes des autres.

15          22. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 21, caractérisé en ce que les poutres (5) sensiblement libres de contrainte ne sont pas équidistantes les unes des autres.

20          23. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 21 ou 22, caractérisé en ce que les poutres sensiblement libres de contraintes (15) sont sensiblement disposées dans les mêmes plans radiaux que les poutres déformables (4a).

25          24. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 21 ou 22, caractérisé en ce que les poutres sensiblement libres de contrainte (5) sont de géométrie sensiblement identique à celles des poutres déformables élastiquement (4a).

30          25. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 23 ou 24, caractérisé en ce que les poutres déformables élastiquement (4a) et les poutres sensiblement libres de contrainte (5) sont chacune au nombre de quatre.

35          26. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 7, caractérisé en ce que le moyen déformable élastiquement

associant l'anneau extérieur déformable (3a) l'anneau intérieur (2) est un tube déformable en torsion (4b).

5 27. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 26, caractérisé en ce que le tube déformable en torsion est ajouré longitudinalement, des lumières s'étendant selon la direction D de l'arbre mené séparant des poutres déformables en flexion torsion.

10 28. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendications 26 ou 27, caractérisé en ce que le moyen sensiblement non contraint associant le second anneau extérieur (3b) à l'anneau intérieur (2) est une poutre (5) s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers l'anneau extérieur déformable (3a).

15 29. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 28, caractérisé en ce que deux poutres radiales (5) disposées suivant un diamètre de l'anneau extérieur sensiblement non contraint (3b) le relient à l'anneau intérieur (2).

20 30. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon l'une quelconque des revendications 7 à 29, caractérisé en ce que l'anneau déformable (3a), l'anneau extérieur sensiblement non contraint (3b) et l'anneau intérieur (2) sont venus de matière avec leurs éléments de liaison (4a, 4b, 5).

25 31. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 7, caractérisé en ce que le moyen déformable élastiquement associant le premier anneau extérieur déformable (3a) et l'anneau intérieur (2) est en forme de serpentin comportant au moins un coude.

30 32. Dispositif de mesure d'un couple de torsion selon la revendication 31, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs serpentins déformables élastiquement s'étendant radialement de l'anneau intérieur (2) vers le premier anneau extérieur déformable (3a).

35 33. Application d'un dispositif de mesure d'un couple de torsion tel que présenté dans les revendications 1 à 32 aux dispositifs de direction assistée de véhicule automobile.

1/13

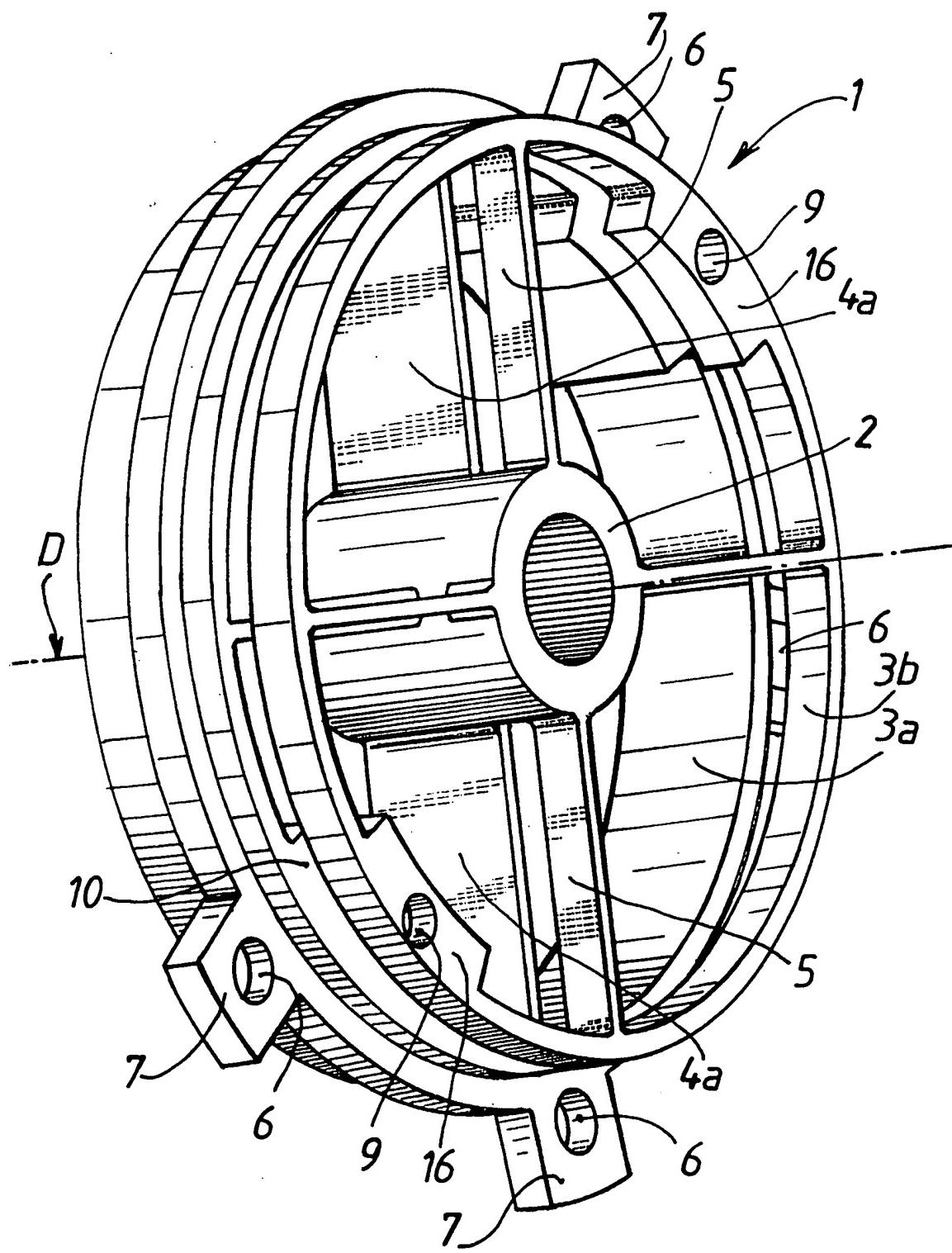


FIG.1

2/13

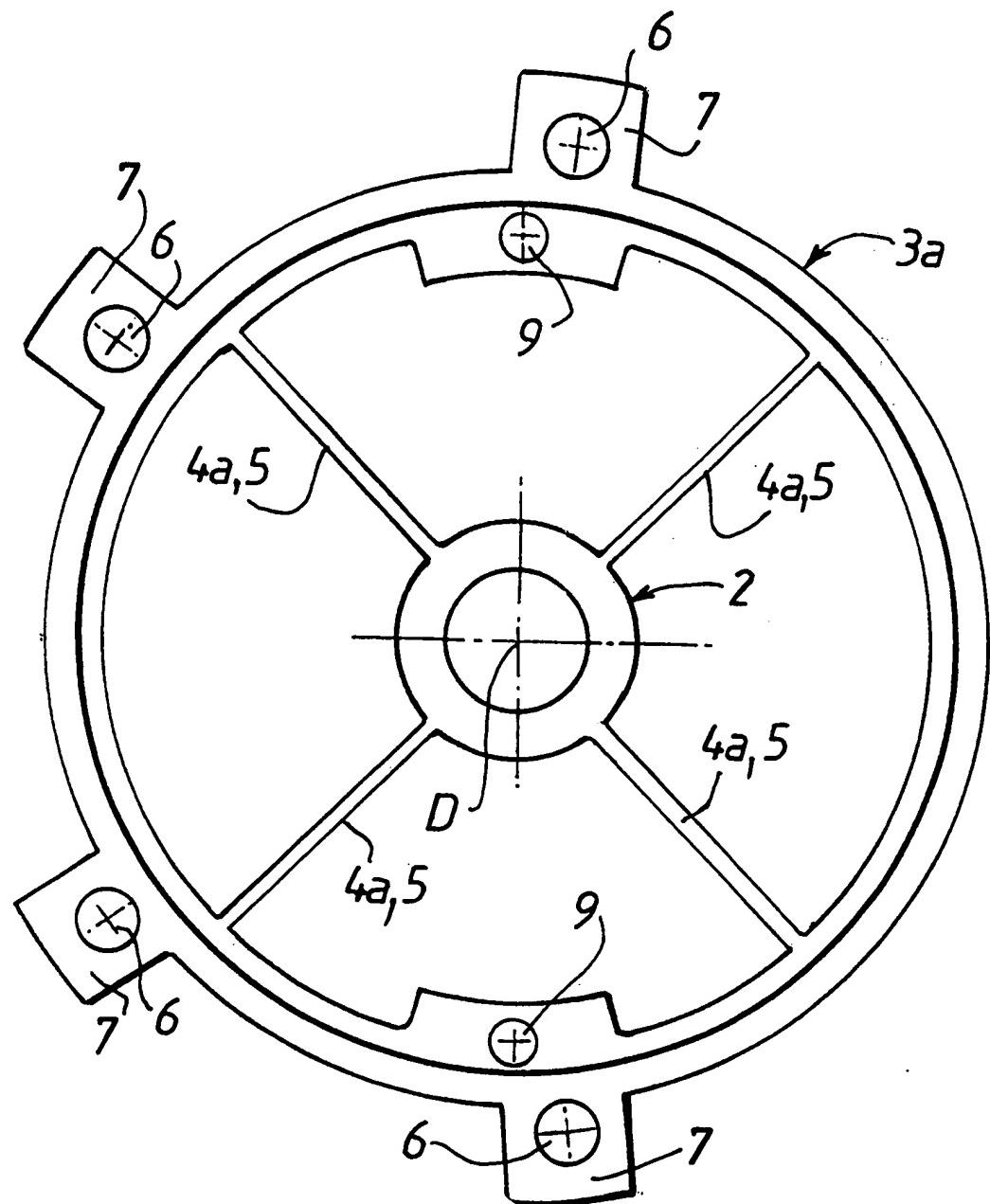


FIG.2

3/13

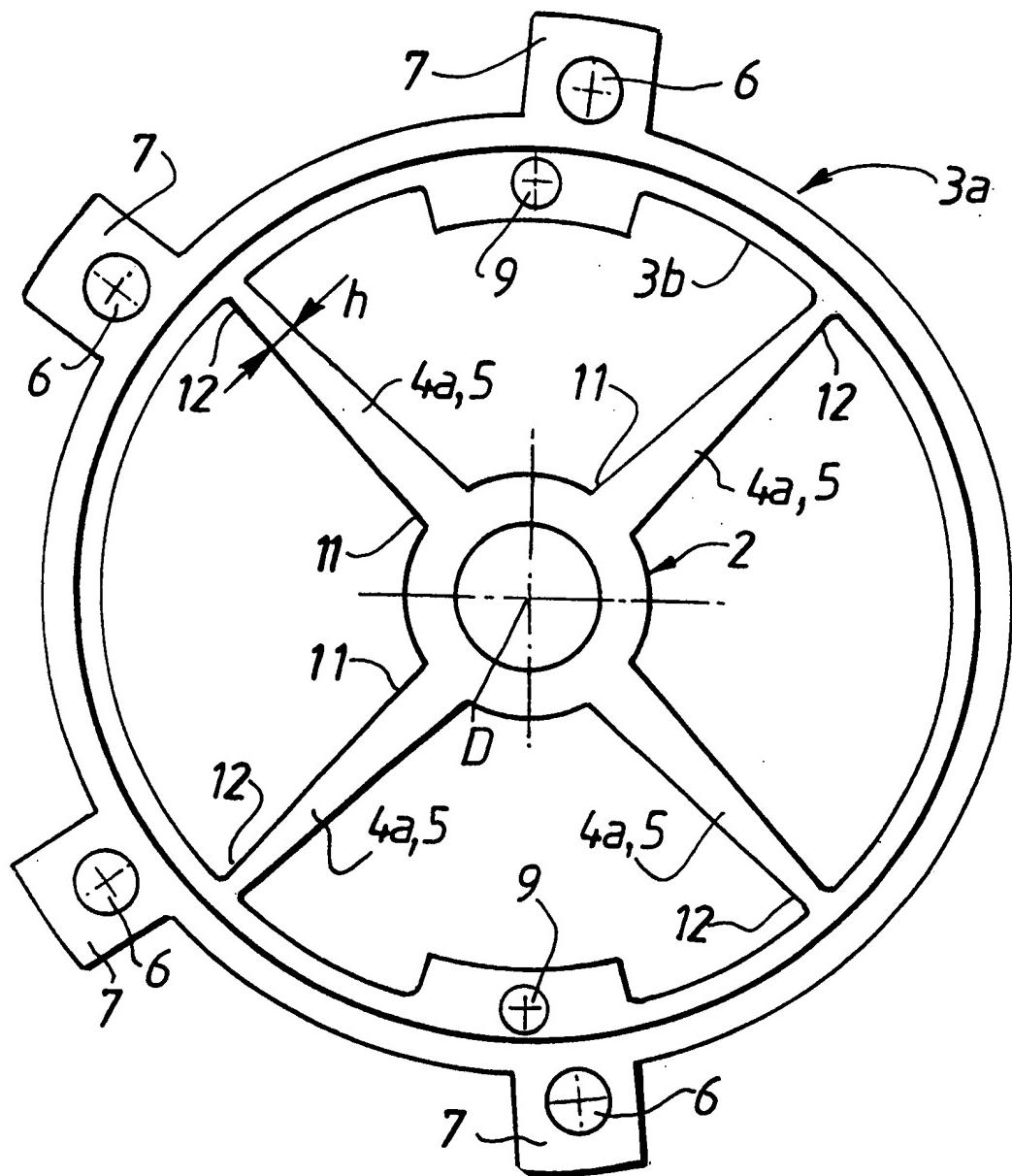


FIG.3

4/13

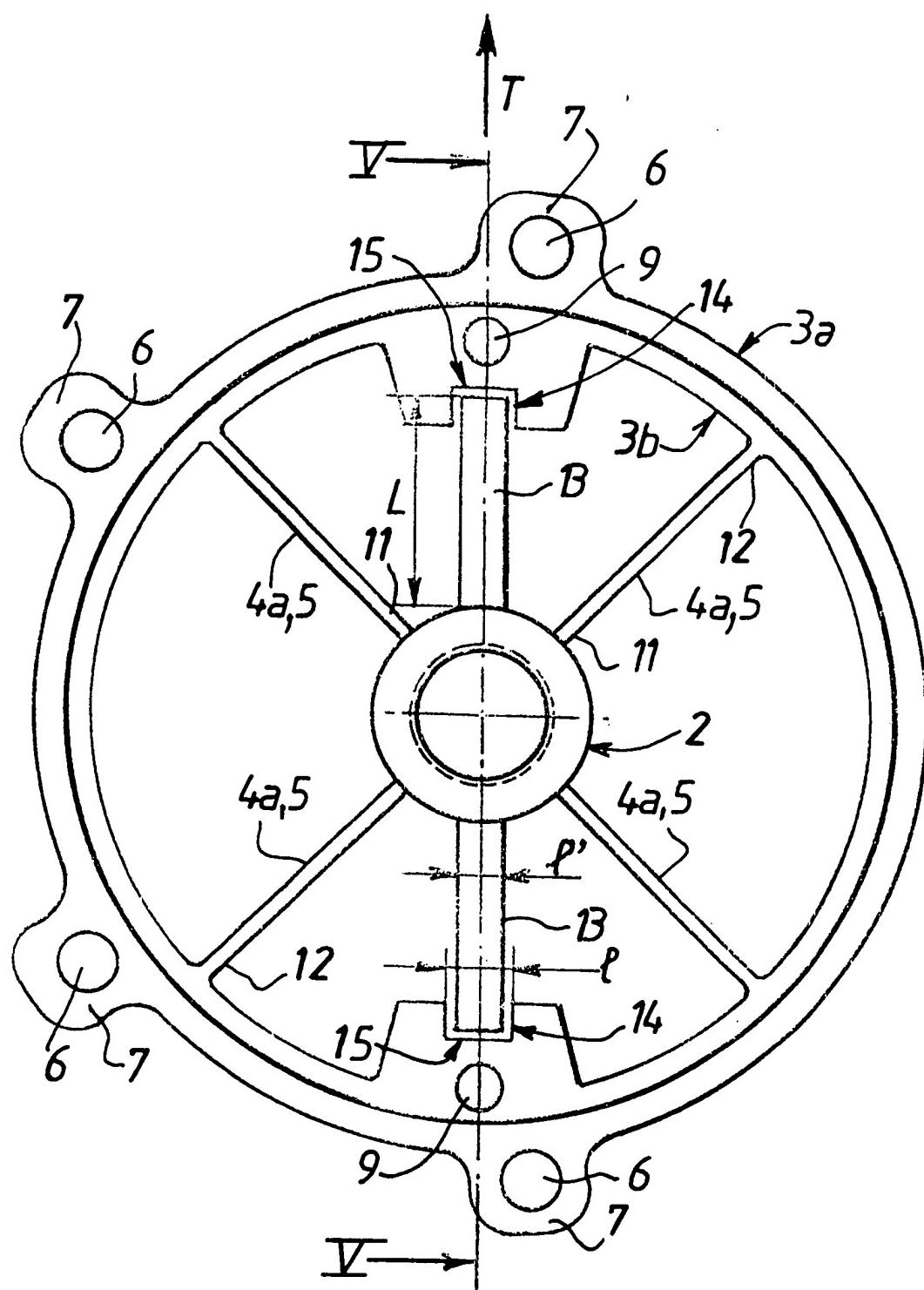


FIG.4

5/13

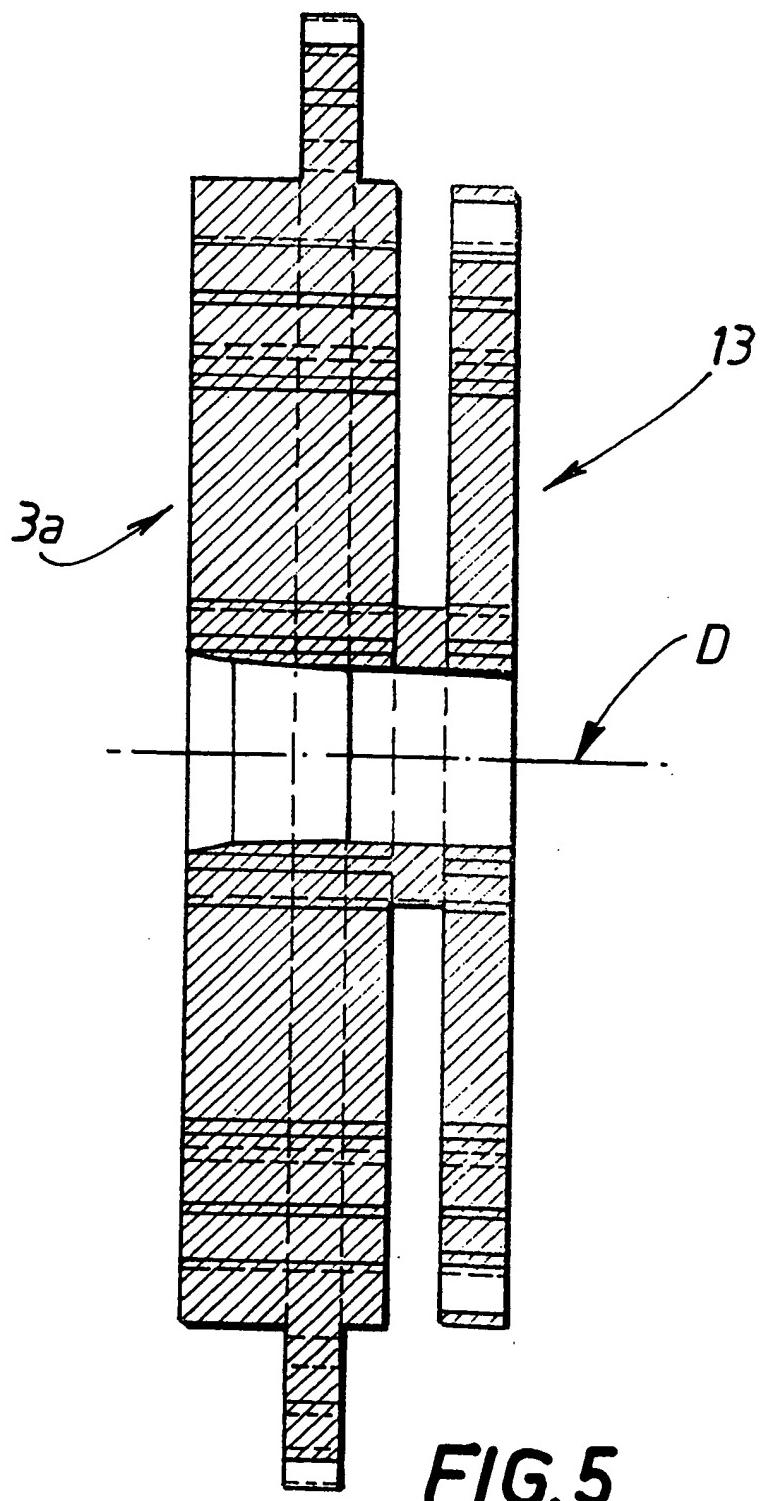


FIG. 5

6/13

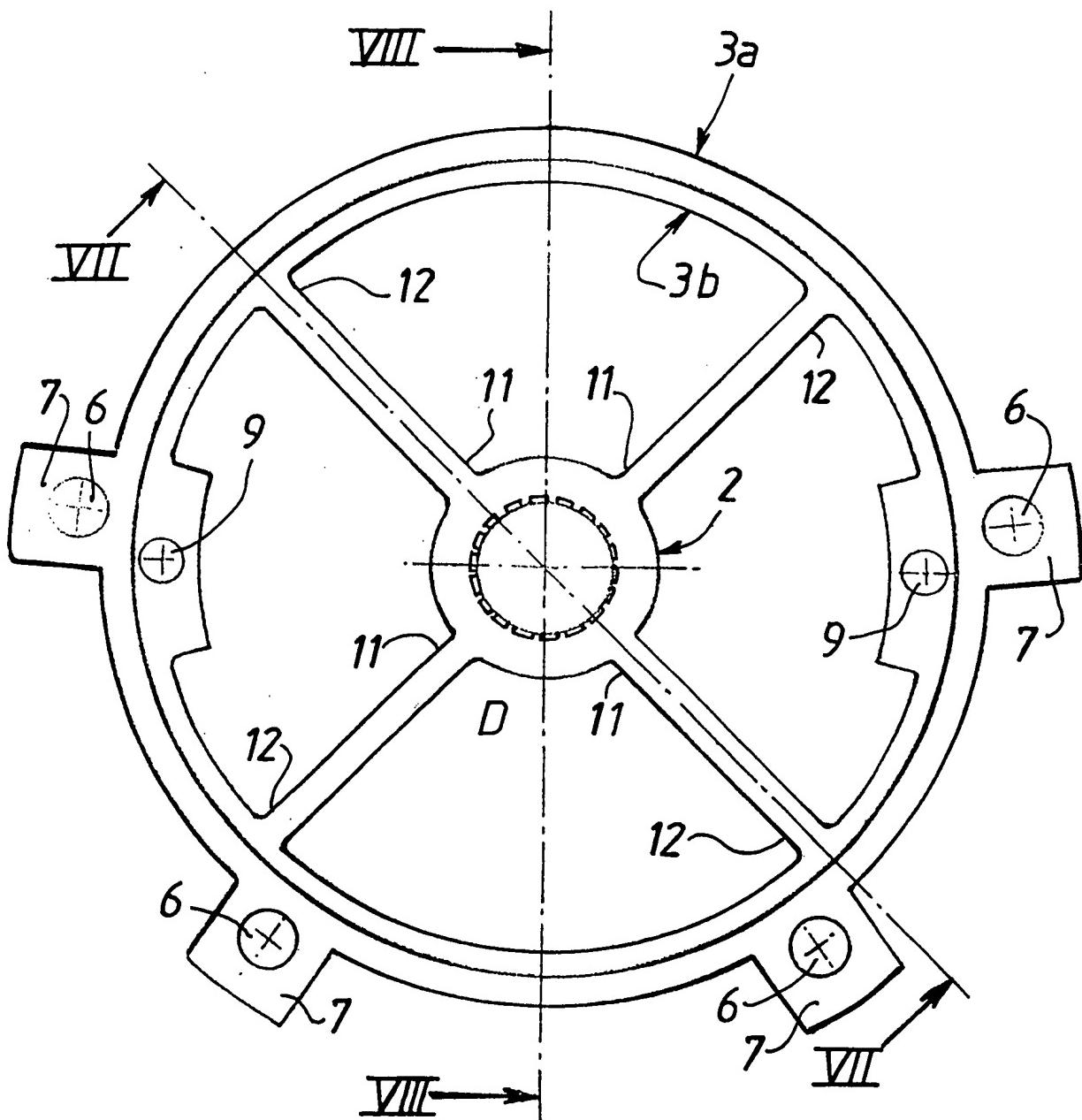


FIG.6

7/13

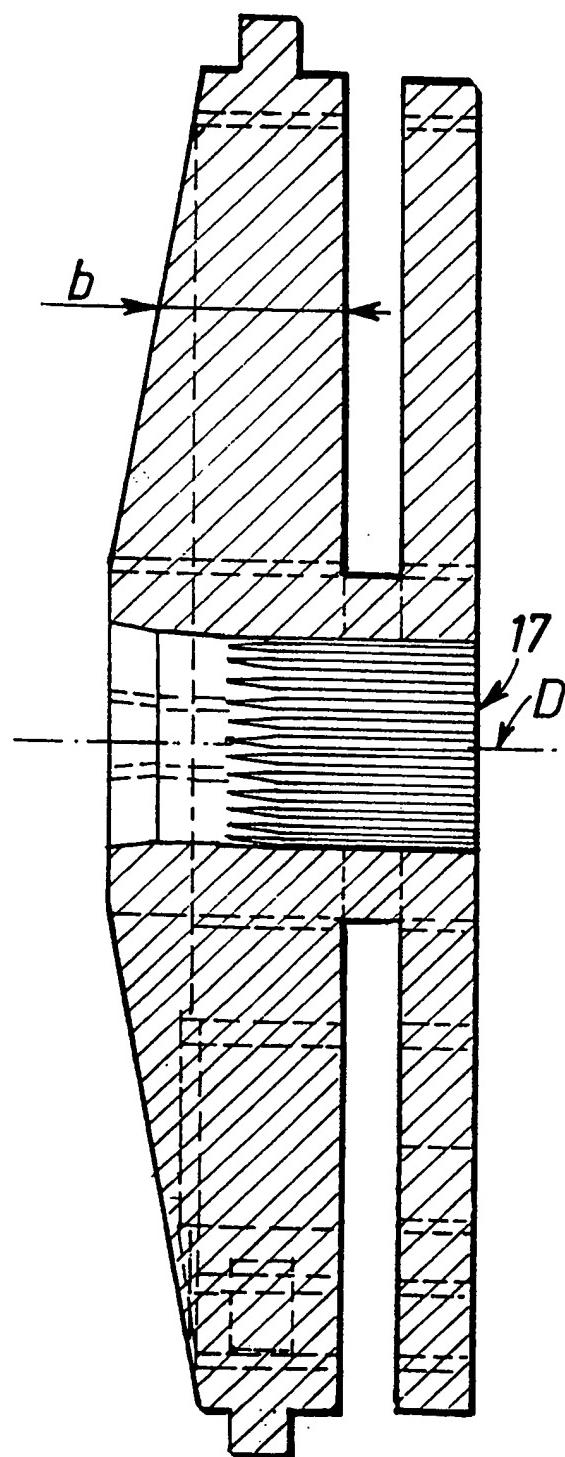


FIG.7

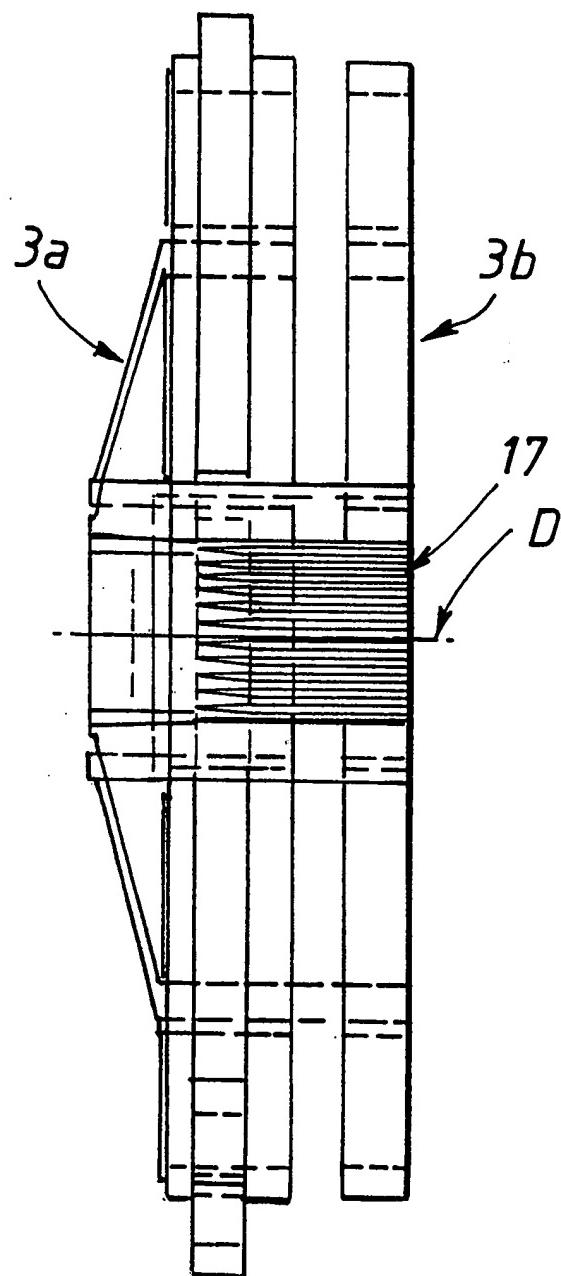


FIG 8

8/13

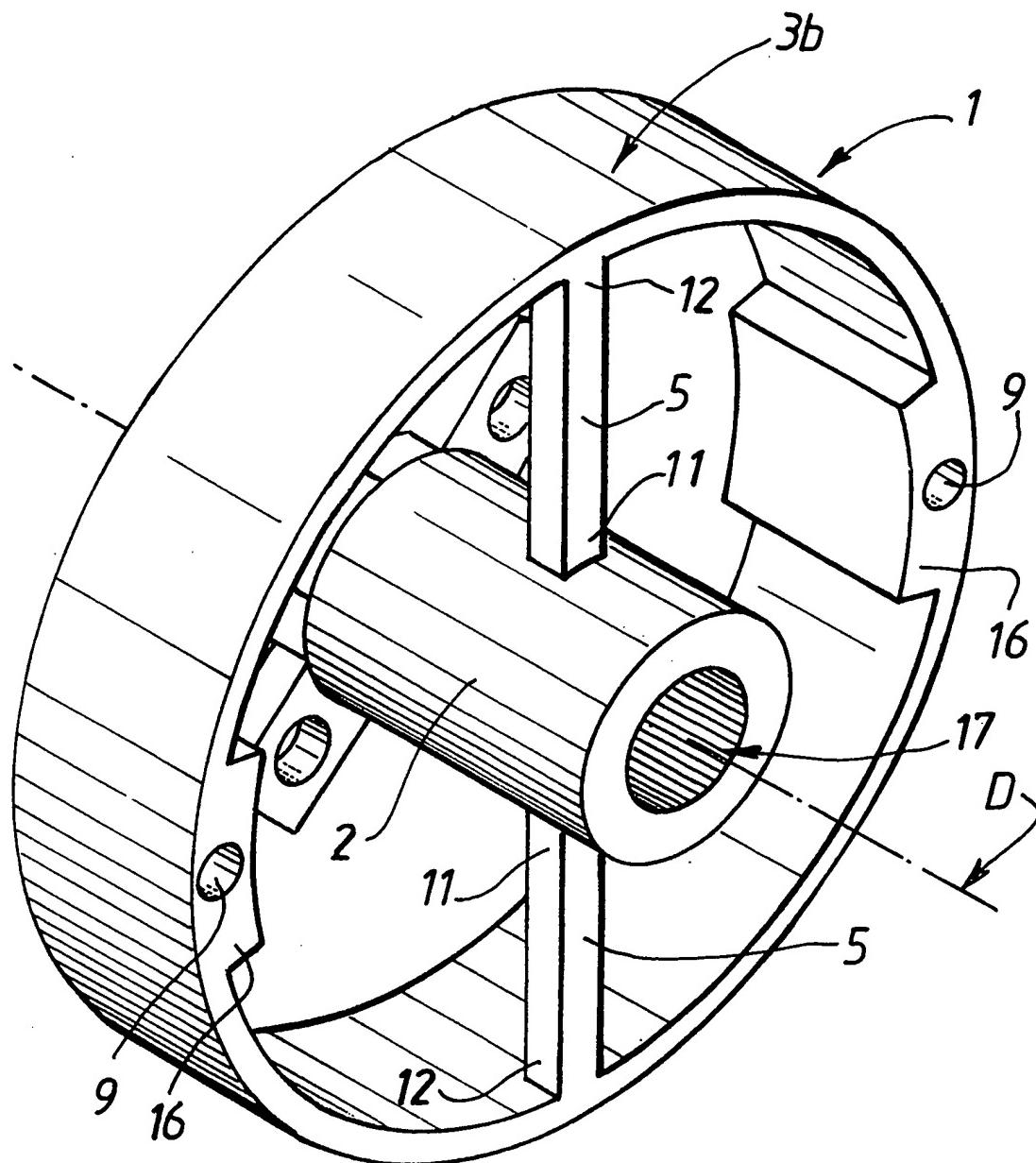


FIG. 9

9/13

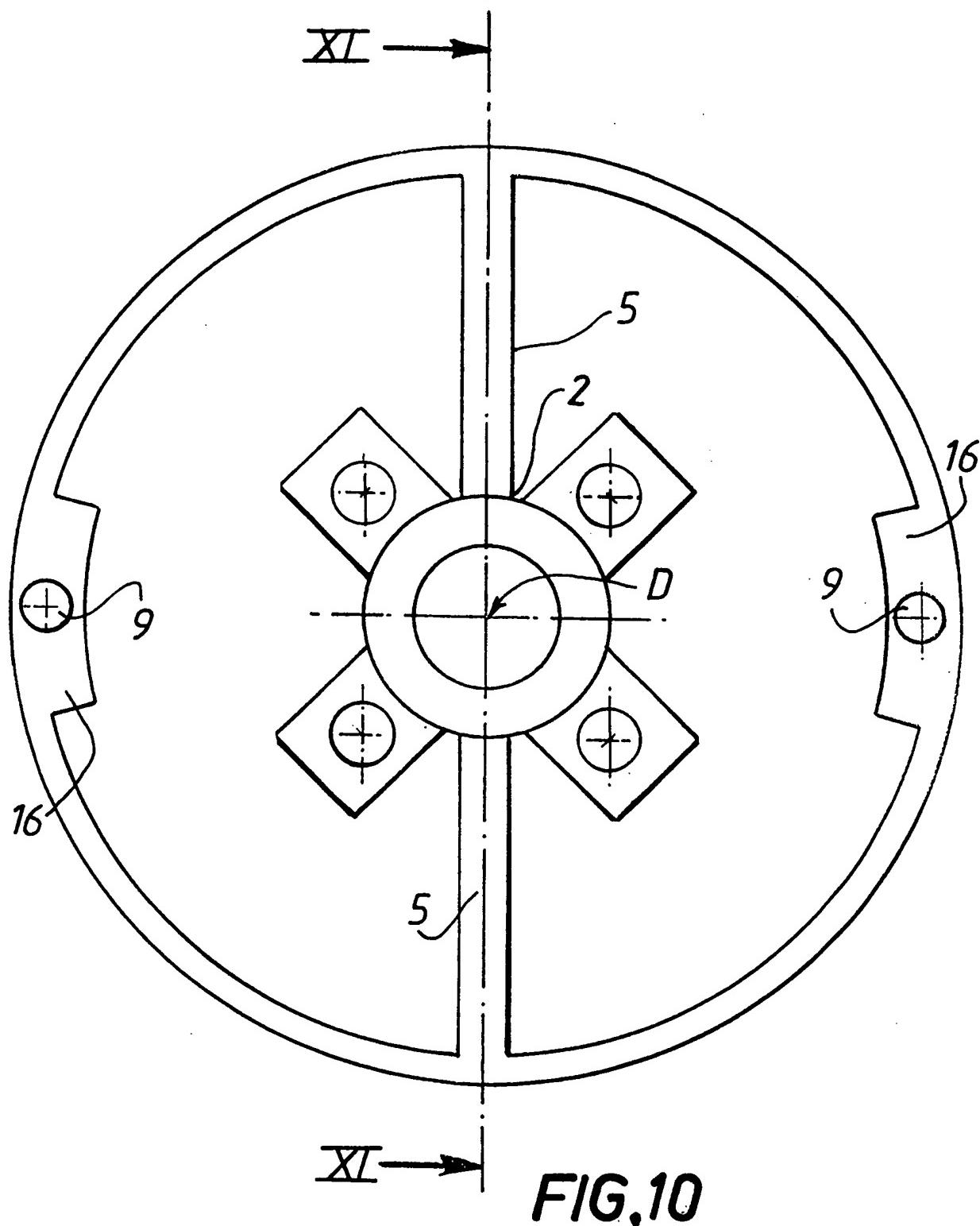


FIG.10

10/13

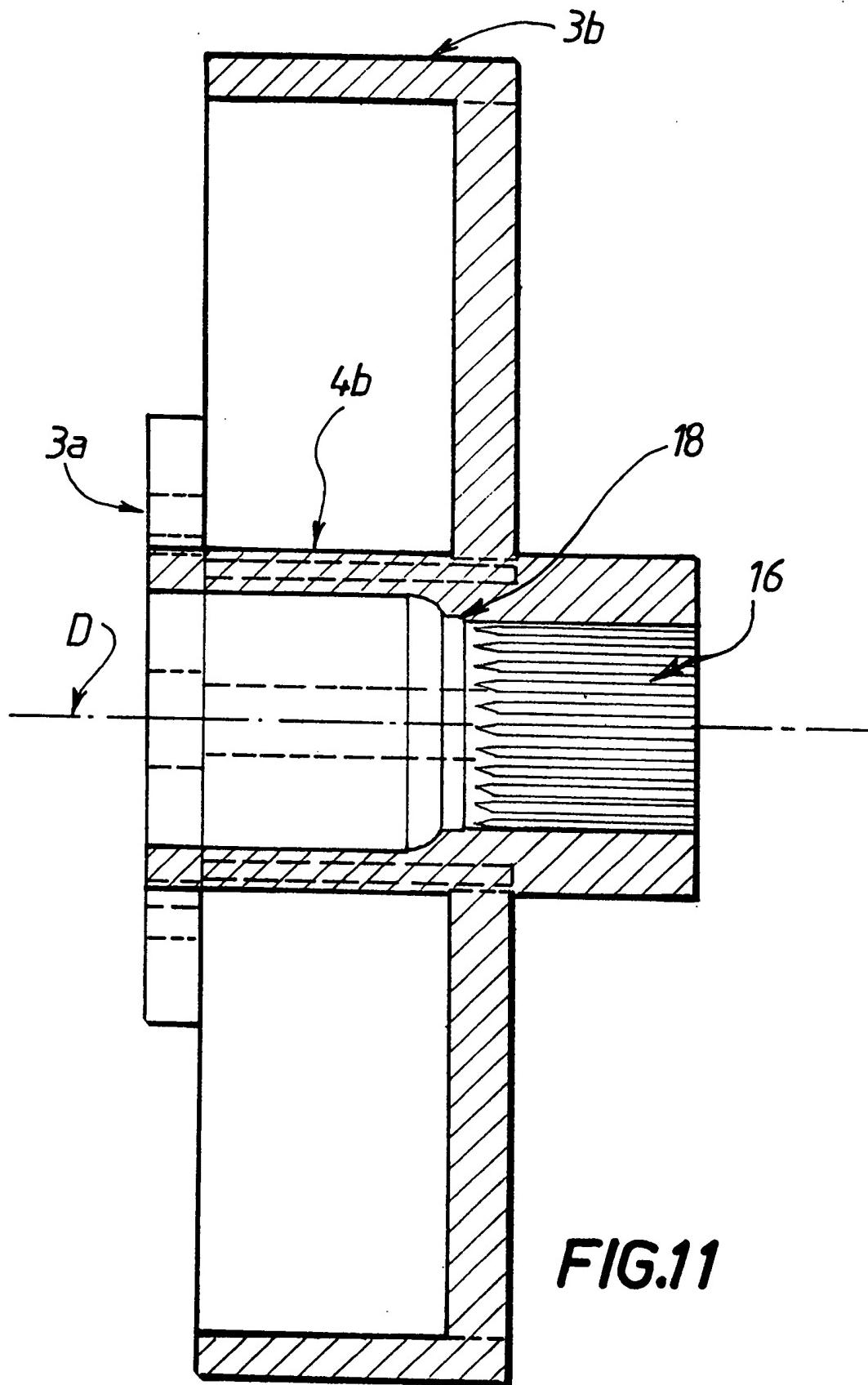


FIG.11

11/13

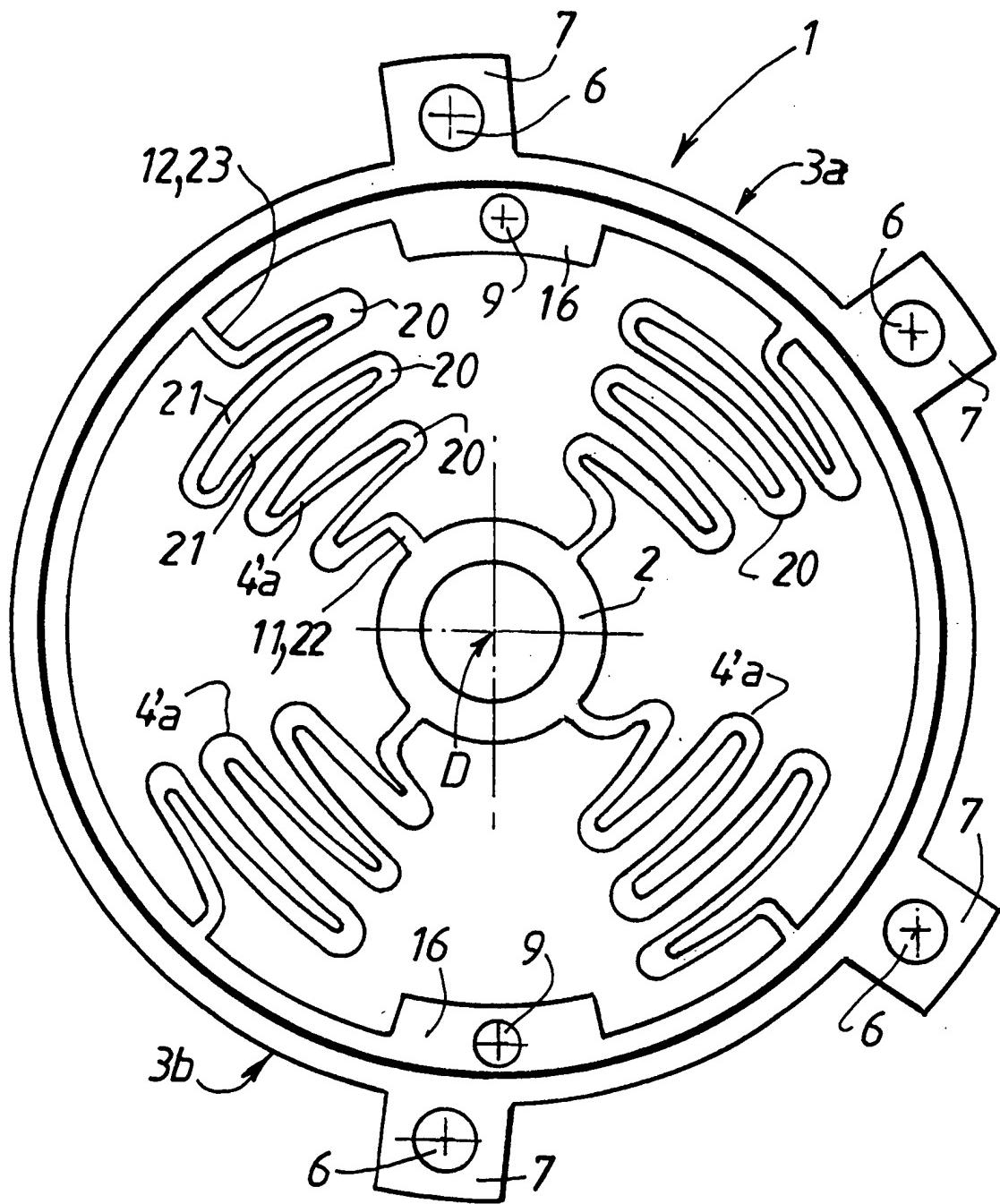


FIG.12

12/13

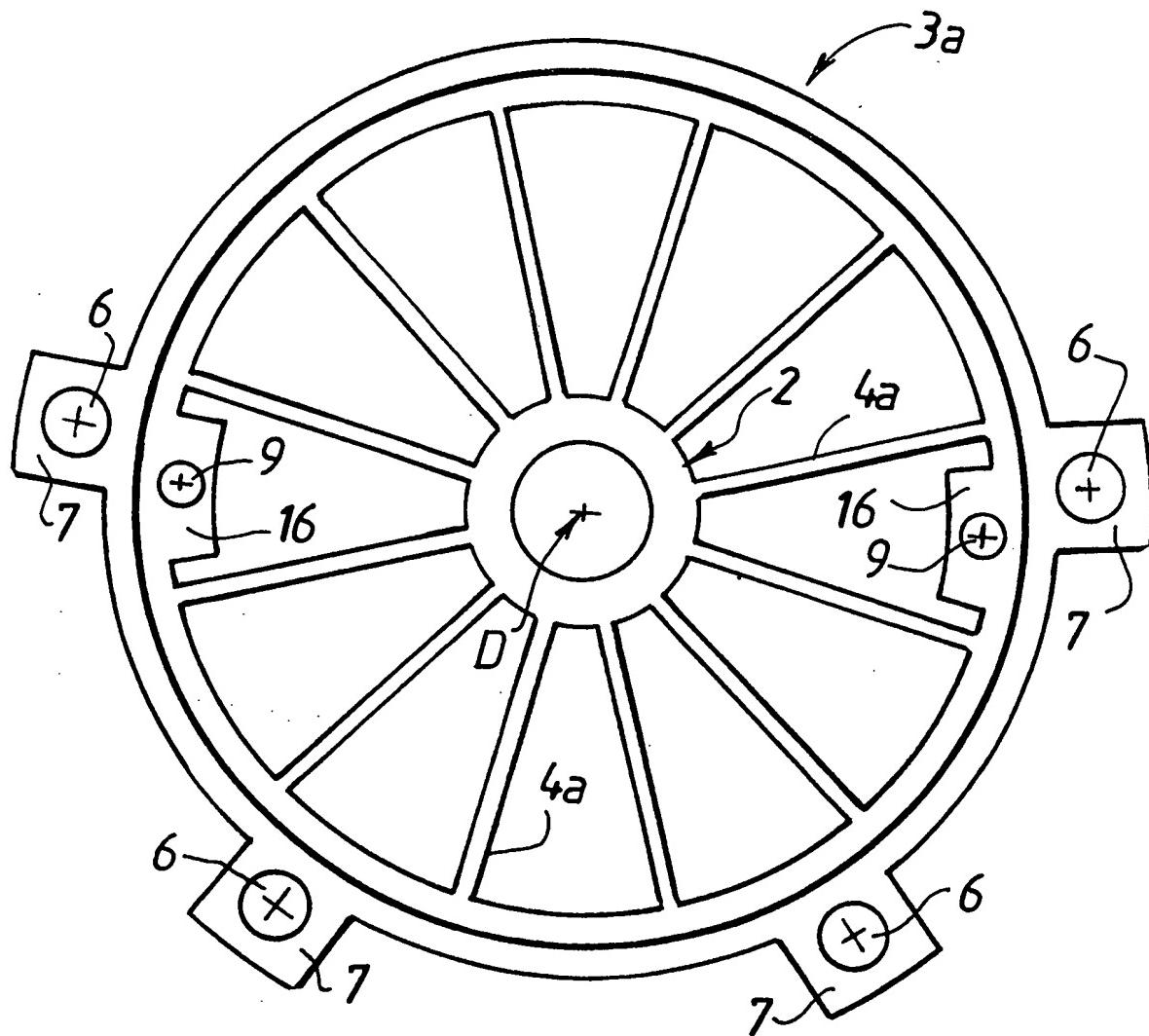
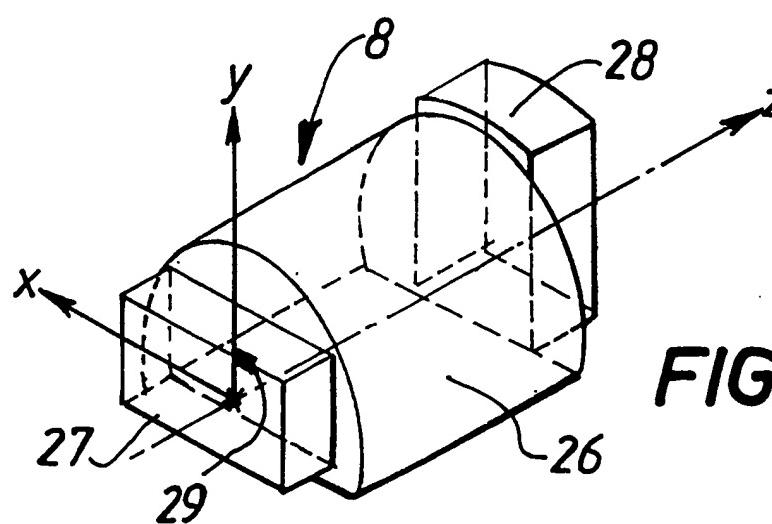
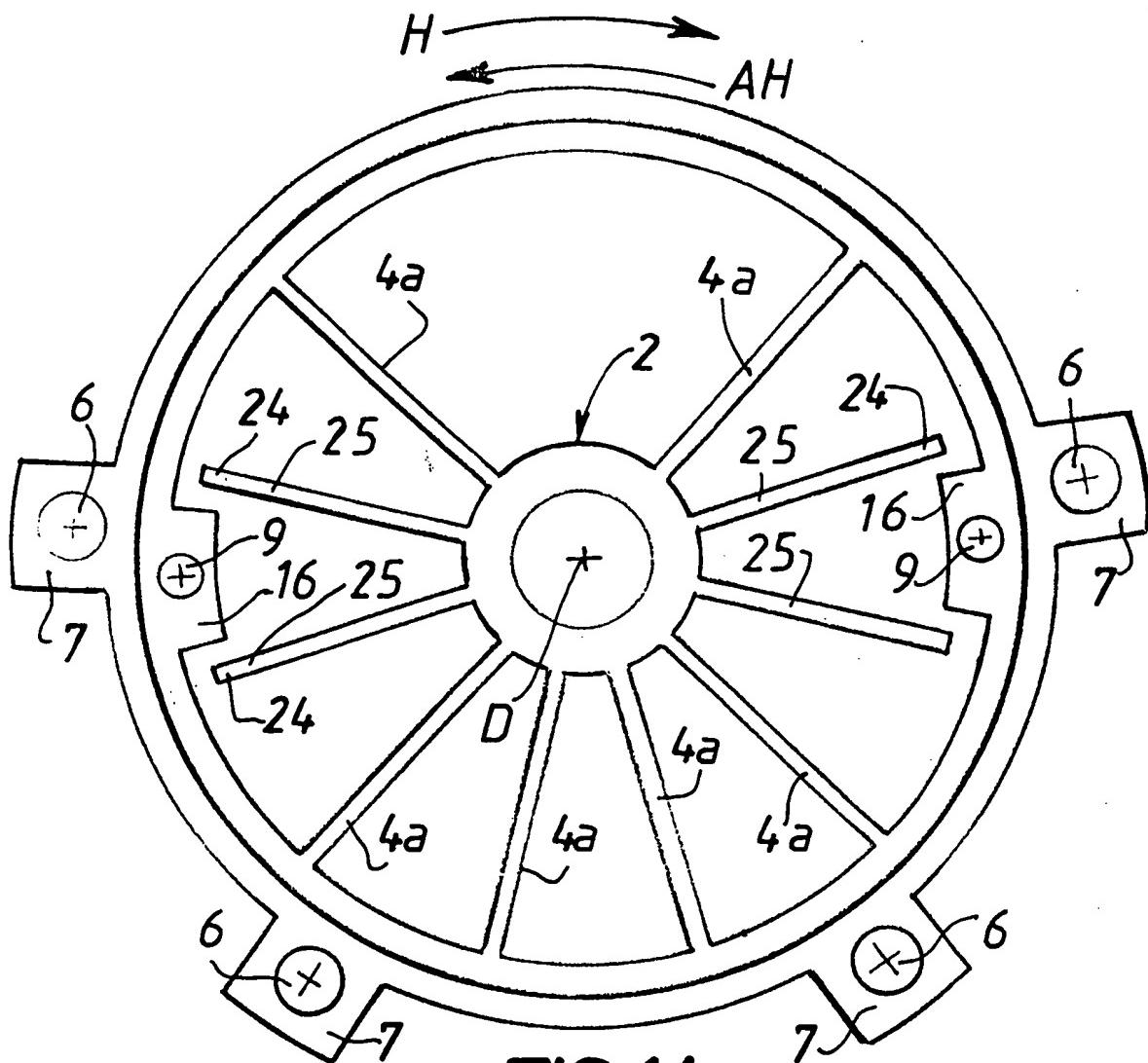


FIG.13

13/13



International Application No

PCT/FR 99/00227

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 6 G01L3/14 G01L22/22 B62D5/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01L B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 08527 A (ROULEMENTS SOC NOUVELLE) 6 March 1997 cited in the application see page 3, line 8 - line 17; figure 1 see page 5, line 22 - page 6, line 3; figure 6	1, 33
Y	---	2, 5-9
Y	EP 0 442 091 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 August 1991 cited in the application see column 2, line 29 - column 4, line 43 see column 5, line 36 - line 45 see figures	2, 5-9
A	-----	1, 30, 33

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 May 1999

Date of mailing of the international search report

04/06/1999

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

## Authorized officer

Kulozik, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/00227

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 9708527	A 06-03-1997		FR 2738339 A		07-03-1997
			AU 6662196 A		19-03-1997
			DE 69602029 D		12-05-1999
			EP 0847520 A		17-06-1998
			US 5731529 A		24-03-1998
EP 0442091	A 21-08-1991		DE 4004590 A		22-08-1991
			DE 59005117 D		28-04-1994
			ES 2051448 T		16-06-1994

Date de la recherche internationale No

PCT/FR 99/00227

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
 CIB 6 G01L3/14 G01L22/22 B62D5/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
 CIB 6 G01L B62D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 97 08527 A (ROULEMENTS SOC NOUVELLE) 6 mars 1997 cité dans la demande voir page 3, ligne 8 - ligne 17; figure 1 voir page 5, ligne 22 - page 6, ligne 3; figure 6	1,33
Y	EP 0 442 091 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 août 1991 cité dans la demande voir colonne 2, ligne 29 - colonne 4, ligne 43 voir colonne 5, ligne 36 - ligne 45 voir figures	2,5-9
Y	-----	2,5-9
A	-----	1,30.33

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 mai 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/06/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Kulozik, E

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De \_\_\_\_\_ à Internationale No \_\_\_\_\_

PCT/FR 99/00227

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9708527	A 06-03-1997	FR 2738339 A AU 6662196 A DE 69602029 D EP 0847520 A US 5731529 A	07-03-1997 19-03-1997 12-05-1999 17-06-1998 24-03-1998
EP 0442091	A 21-08-1991	DE 4004590 A DE 59005117 D ES 2051448 T	22-08-1991 28-04-1994 16-06-1994